

1. На экране наблюдается спектр с помощью дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на миллиметр. Расстояние от решетки до экрана $l = 40$ см. Спектральная линия в спектре первого порядка находится на расстоянии $a = 9$ см от центра экрана. Определите длину волны наблюдаемой спектральной линии.

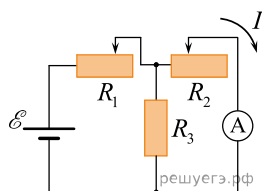
2. Масляная пленка на воде при наблюдении вертикально к поверхности кажется оранжевой. Каково минимальное возможное значение толщины пленки? Показатель преломления воды 1,33, масла — 1,47. Длина световой волны $588 \cdot 10^{-9}$ м. Учтите, что отражение света от оптически более плотной среды происходит с потерей полуволны, а от оптически менее плотной среды без потери полуволны.

3. Для наблюдения явления интерференции света используется точечный источник света и небольшой экран с двумя малыми отверстиями у глаза наблюдателя. Оцените максимальное расстояние d между малыми отверстиями в экране, при котором может наблюдаться явление интерференции света. Разрешающая способность глаза равна $1'$, длина световой волны $5,8 \cdot 10^{-7}$ м.

4. Телескоп имеет объектив с фокусным расстоянием 1 м и окуляр с фокусным расстоянием 5 см. Какого диаметра изображение Солнца можно получить с помощью этого телескопа, если есть возможность удалять экран от окуляра до расстояния 1,5 м? Угловой диаметр Солнца $30'$.

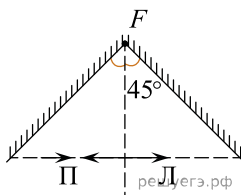
5. При облучении металлической пластинки быстрыми α -частицами небольшая часть этих частиц в результате упругого взаимодействия с ядрами атомов меняет направление скорости на противоположное (аналог опыта Резерфорда). Найдите заряд ядра, если минимальное расстояние, на которое сблизились ядро и частица, составило $5 \cdot 10^{-13}$ см. Масса и скорость α -частиц на большом расстоянии от пластины составляют соответственно $7 \cdot 10^{-27}$ кг и $26 \cdot 10^3$ км/с. (Частицу считать точечной, а ядро — точечным и неподвижным. Релятивистским эффектом пренебречь. Потенциальная энергия кулоновского взаимодействия ядра и α -частицы $E_{\text{пот}} = k \frac{q\alpha q_{\text{ядра}}}{r}$, где r — расстояние между ядром и α -частицей.)

6. Цепь, схема которой изображена на рисунке, состоит из источника постоянного напряжения с нулевым внутренним сопротивлением, идеального амперметра, резистора с постоянным сопротивлением R_3 и двух реостатов, сопротивления R_1 и R_2 которых можно изменять. Сопротивления реостатов меняют так, что сумма $R_1 + R_2$ все время остается неизменной ($R_1 + R_2 = \text{const}$). При этом сила тока I , текущего через идеальный амперметр A , изменяется. При каком отношении $\frac{R_2}{R_1}$ сила тока I будет минимальной?



7. На дифракционную решетку с периодом $d = 2$ мкм нормально падает пучок света, состоящий из фотонов с импульсом $p = 1,32 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с. Под каким углом φ к направлению падения пучка наблюдается дифракционный максимум второго порядка?

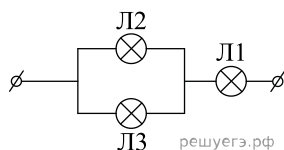
8. Два плоских зеркала образуют прямой двугранный угол, перпендикулярно биссектрисе которого расположена небольшая собирающая линза L , а ее фокус F находится в вершине угла (см. рисунок). В плоскости линзы рядом с ней находится небольшой предмет Π . Постройте изображение предмета, которое получится в результате двух отражений от зеркал и последующего преломления света линзой. На каком расстоянии от предмета будет находиться его изображение?



9. Металлический диск радиусом $r = 10$ см с малым сопротивлением вращается в магнитном поле с индукцией $B = 2$ Тл, перпендикулярной плоскости диска, с угловой скоростью $\omega = 300$ с⁻¹. Через скользящие контакты к середине и к краю диска подключен резистор сопротивлением $R = 1$ кОм, и параллельно ему — конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ. Каким зарядом Q в установившемся режиме заряжен этот конденсатор?

10. Свет с длиной волны $\lambda = 5461$ ангстрем падает нормально на дифракционную решетку. Одному из главных дифракционных максимумов соответствует угол дифракции 35° , а наибольший порядок наблюдаемого спектра равен 5. Найдите период данной решетки. Справка: 1 ангстрем = 10^{-10} м.

11. Вольтамперные характеристики газовых ламп Л1, Л2 и Л3 при достаточно больших токах хорошо описываются квадратичными зависимостями $U_1 = \alpha I^2$, $U_2 = 3\alpha I^2$, $U_3 = 6\alpha I^2$, где α — некоторая известная размерная константа. Лампы Л2 и Л3 соединили параллельно, а лампу Л1 — последовательно с ними (см. рис.).



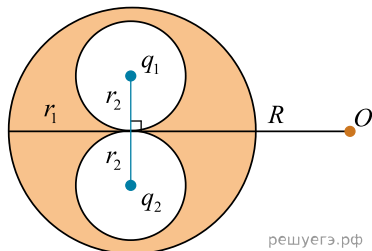
Определите зависимость напряжения от силы тока, текущего через такой участок цепи, если токи через лампы таковы, что выполняются вышеуказанные квадратичные зависимости.

12. Металлический диск радиусом $r = 10$ см с малым сопротивлением вращается в магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл, перпендикулярной плоскости диска, с угловой скоростью $\omega = 100$ с⁻¹. Через скользящие контакты к середине и к краю диска подключен резистор сопротивлением $R = 10$ кОм, и последовательно с ним — конденсатор емкостью $C = 3$ мкФ. Каким зарядом q в установившемся режиме заряжен этот конденсатор?

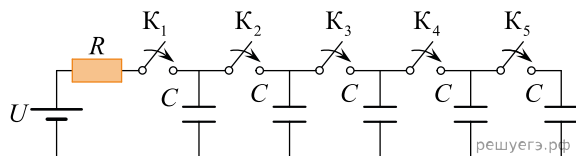
13. Свет с неизвестной длиной волны падает нормально на дифракционную решетку с периодом $d = 4$ мкм, и одному из главных дифракционных максимумов соответствует угол дифракции 30° . При этом наибольший порядок наблюдаемого спектра равен 5. Найдите длину волны λ света, падающего на решетку, и выразите его в ангстремах.

Справка: 1 ангстрем = 10^{-10} м.

14. Внутри незаряженного металлического шара радиусом $r_1 = 40$ см имеются две сферические полости радиусами $r_2 < \frac{r_1}{2}$, расположенные таким образом, что их поверхности почти соприкасаются в центре шара. В центре одной полости поместили заряд $q_1 = +1$ нКл, а затем в центре другой — заряд $q_2 = +2$ нКл (см. рис.). Найдите модуль и направление вектора напряженности \vec{E} электростатического поля в точке O , находящейся на расстоянии $R = 1$ м от центра шара на перпендикуляре к отрезку, соединяющему центры полостей.



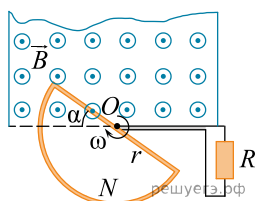
15. В цепи, схема которой изображена на рисунке, по очереди замыкают ключи $K_1 - K_5$, выжидая каждый раз достаточно длительное время до окончания процессов зарядки конденсаторов. Какое количество теплоты выделится в резисторе после замыкания ключа K_5 ? До его замыкания все остальные ключи уже были замкнуты. Параметры цепи: $R = 100 \text{ Ом}$, $C = 2 \text{ мкФ}$, $U = 10 \text{ В}$.



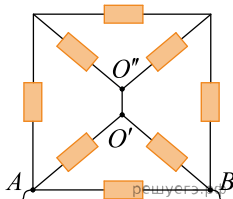
16. Плоское диэлектрическое кольцо радиусом $R = 1 \text{ м}$ заряжено зарядом $q = 1 \text{ нКл}$, равномерно распределенным по периметру кольца. В некоторый момент из кольца удаляют маленький заряженный кусочек длиной $R\Delta\varphi$, где $\Delta\varphi = 0,05 \text{ рад}$ — угол, под которым виден этот кусочек из центра кольца, причем распределение остальных зарядов по кольцу не меняется. На сколько после этого изменится по модулю напряженность электрического поля в центре кольца?

17. При исследовании спектра ртути с помощью дифракционной решетки и гониометра (прибора для точного измерения углов дифракции света) было обнаружено, что в спектре 3-го порядка вблизи двойной желтой линии ртути со средней длиной волны $\lambda_1 = 578 \text{ нм}$ видна сине-фиолетовая линия 4-го порядка. Оцените ее длину волны λ_2 .

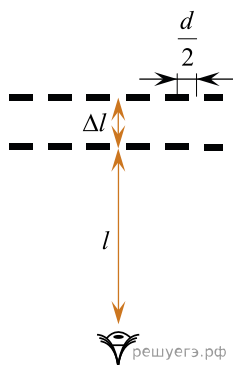
18. В зазоре между полюсами электромагнита вращается с угловой скоростью $\omega = 100 \text{ с}^{-1}$ проволочная рамка в форме полуокружности радиусом $r = 5 \text{ см}$, содержащая $N = 20$ витков провода. Ось вращения рамки проходит вдоль оси O рамки и находится вблизи края области с постоянным однородным магнитным полем с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$ (см. рис.), линии которого перпендикулярны плоскости рамки. Концы обмотки рамки замкнуты через скользящие контакты на резистор с сопротивлением $R = 25 \text{ Ом}$. Пренебрегая сопротивлением рамки, найдите тепловую мощность, выделяющуюся в резисторе.



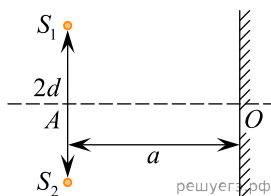
19. Сопротивления всех резисторов в цепи, схема которой изображена на рисунке, одинаковы и равны $R = 15 \text{ Ом}$. Найдите сопротивление цепи между точками A и B после того, как был удален проводник, соединявший точки O' и O'' .



20. Пассажир автобуса едет в нем по шоссе и смотрит вбок, на поле, огороженное двумя одинаковыми заборами — рядами темного штакетника, параллельными дороге. Зазор между вертикальными штакетинами в каждом из заборов равен их ширине $d/2 = 5$ см, расстояние от наблюдателя до первого забора равно $l = 50$ м, а до второго — на $\Delta l = 10$ м больше. Поле, наблюдаемое пассажиром через первый забор, видно через мелькающий штакетник достаточно хорошо, а то, что пассажир видит сквозь оба забора, пересечено периодическими темными вертикальными полосами. Найдите период D (по горизонтали) этих полос на уровне первого забора, считая, что наблюдение ведется почти перпендикулярно к заборам.

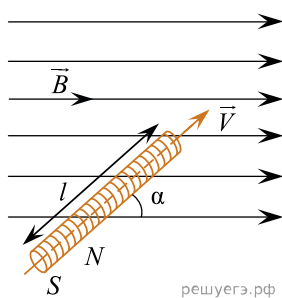


21. Расстояние между двумя точечными монохроматическими когерентными источниками света S_1 и S_2 равно $2d = 1$ мм. Мысленно соединим источники отрезком S_1S_2 и восстановим срединный перпендикуляр к этому отрезку (он пересечет S_1S_2 в точке A). Расположим плоский экран так, чтобы его середина O лежала на указанном срединном перпендикуляре, а сам экран был перпендикулярен отрезку AO (на рисунке экран показан линией со штриховкой). Каков будет период интерференционных полос вблизи точки O , если $|AO| = a = 1$ м, а длина волны света источников равна $\lambda = 600$ нм. Угол φ падения интерферирующих лучей на экран можно считать малым, так что $\sin \varphi \approx \varphi$.

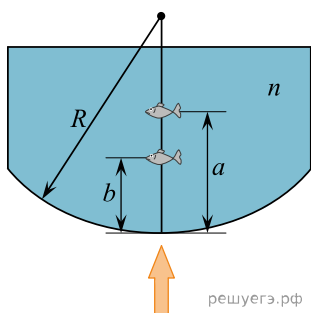


22. На горизонтальной плоскости в вершинах правильного пятиугольника закреплены 5 одинаковых положительных зарядов $Q = 1$ мкКл, расположенные на расстоянии $R = 2$ м от центра этого пятиугольника. На вертикальной прямой, проведенной из этого центра, на высоте $0,75R$ над плоскостью находится положительный заряд $q = 4$ мкКл. Найдите модуль и направление силы F , действующей на него со стороны остальных зарядов.

23. Цилиндрическая катушка длиной $l = 10$ см, состоящая из $N = 1000$ витков тонкого провода, равномерно намотанного на каркас, имеет сопротивление $R = 50$ Ом и площадь каждого витка $S = 1$ см². Концы обмотки соединены накоротко. Катушка движется вдоль своей оси со скоростью $v = 0,5$ м/с и попадает в область с однородным магнитным полем с индукцией $B = 2$ Тл, линии которой направлены под углом $\alpha = 60^\circ$ к оси катушки (см. рис.). Какой заряд ΔQ протечет через обмотку катушки спустя время $T = 0,1$ с после попадания переднего торца катушки в область с магнитным полем?

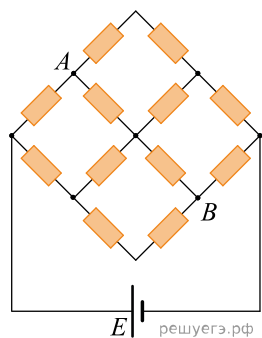


24. Аквариум имеет прозрачные вертикальные стенки: три плоские (боковые и заднюю) и одну цилиндрическую (переднюю), с радиусом $R = 0,8$ м. В него налита вода с показателем преломления $n = 4/3$. Мальчик, глядя на маленькую рыбку в аквариуме по горизонтали, перпендикулярно цилиндрической стенке, видит рыбку (точнее, ее изображение) на расстоянии $b = 16$ см от этой стенки (см. рис.). На каком расстоянии a от этой стенки будет видна рыбка, если мальчик будет смотреть на нее сквозь поверхность воды по вертикали, сверху вниз?

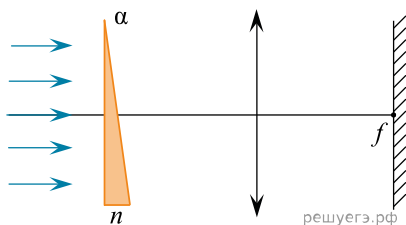


25. Для исследования рентгеновских лучей с длинами волн меньше 10 нм изготовить обычную дифракционную решетку с подходящим периодом не представляется возможным, однако есть способ обойти эту трудность. Возьмем обычную решетку с периодом $d = 30$ мкм и осветим ее параллельным пучком рентгеновского излучения с длиной волны $\lambda = 4,5$ нм с углом падения на решетку $\alpha = 89,5^\circ$ (скользящее падение лучей). Под каким углом γ к первоначальному пучку будет фиксироваться дифракционный максимум первого порядка? Считайте этот угол малым: $\gamma \ll 1$. Ответ выразите в градусах и округлите до целого числа.

26. Сетка из одинаковых резисторов присоединена к идеальной батарее с ЭДС \mathcal{E} (см. рис.). Какое напряжение U покажет идеальный вольтметр, подключенный между точками A и B сетки?



27. Оптическая схема для наблюдения дисперсии света в стекле изображена на рисунке. Параллельный пучок белого света падает нормально на тонкую стеклянную призму с преломляющим углом $\alpha = 4^\circ$. За призмой установлена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $f = 1,5$ м, в фокальной плоскости которой находится экран, на котором получается изображение спектра белого света. Линза и экран перпендикулярны исходному пучку света. Какова ширина h наблюдаемого на экране спектра, если показатель преломления призмы изменяется от $n_1 = 1,70$ для фиолетового света до $n_2 = 1,65$ для красного света? Углы считать малыми ($\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$).



28. Параллельный пучок света от ртутной лампы нормально падает на дифракционную решетку с периодом $d = 5$ мкм. За решеткой находится объектив с фокусным расстоянием $F = 25$ см, а в его фокальной плоскости, параллельной решетке, — экран, на котором наблюдается линейчатый спектр лампы. Каково расстояние Δl на экране между желтой линией с длиной волны $\lambda_1 = 578$ нм в спектре порядка $m_1 = 3$ и синей линией с длиной волны $\lambda_2 = 436$ нм в спектре порядка $m_2 = 4$?

29. Математический маятник, грузик которого имеет массу $m = 8$ г, совершает малые колебания в поле силы тяжести с периодом $T_1 = 0,7$ с. Грузик зарядили и включили направленное вниз однородное вертикальное электрическое поле, модуль напряженности которого равен $E = 3$ кВ/м. В результате этого период колебаний маятника стал равным $T_2 = 0,5$ с. Найдите заряд q грузика.

30. На горизонтальном столе лежит квадратная плоскопараллельная пластина со стороной $a = 5,2$ см и толщиной $d = 1$ см, изготовленная из стекла с показателем преломления $n = 1,5$. Боковые вертикальные поверхности пластины зачернены и поглощают свет. Школьник с разных сторон направляет узкий световой луч от мощной лазерной указки на пластину под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали и наблюдает на потолке комнаты пятна света, многократно отраженного от пластины. Какое максимальное число N таких пятен он сможет увидеть, если наиболее удачно выберет направление падения светового луча?

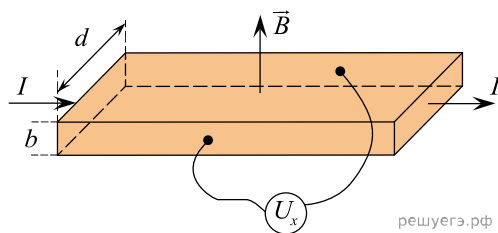
31. Плоская монохроматическая световая волна падает по нормали на дифракционную решетку с периодом 5 мкм. Параллельно решетке позади нее размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Частота падающего света $8 \cdot 10^{14}$ Гц. Найдите расстояние между ее главными максимумами 1-го и 2-го порядков. Угол отклонения лучей решеткой α считать малым, так что $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$.

32. Плоская монохроматическая световая волна частотой $8,4 \cdot 10^{14}$ Гц падает по нормали на дифракционную решетку. Параллельно решетке позади нее размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 21 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между ее главными максимумами 1-го и 2-го порядков составляет 18 мм. Найдите период дифракционной решетки. Угол отклонения лучей решеткой α считать малым, так что $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$.

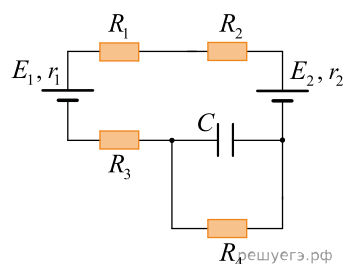
33. «Просветлением оптики» называется уменьшение отражения света от преломляющих поверхностей оптических систем, например, от объектива фотоаппарата. Для этого на поверхность объектива наносят тонкую пленку с показателем преломления, отличающимся от показателя преломления n стекла объектива, и подбирают ее толщину определенным образом. Какую минимальную толщину d должна иметь эта пленка для того, чтобы максимально погасить отражение света в наиболее чувствительной для глаза человека желто-зеленой части спектра, при длине волны в воздухе $\lambda = 540$ нм, если показатель преломления пленки при этой длине волны равен $n_{\text{пл}} = 1,35$? Какой оттенок цвета при этом имеют «просветленные» объективы? Падение света на объектив можно считать практически нормальным.

34. В плоском незаряженном воздушном конденсаторе с площадью пластин $S = 100$ см² и расстоянием между ними $d = 3$ мм в некоторый момент времени одной из пластин сообщили заряд $q = 40$ нКл, оставив вторую пластину незаряженной. Чему после этого стала равна разность потенциалов между пластинами? Краевыми эффектами пренебречь, электрическое поле внутри конденсатора считать однородным.

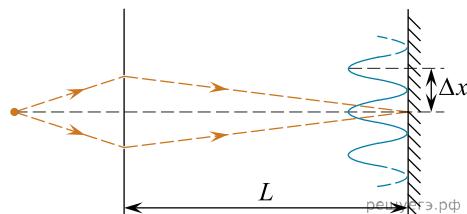
35. В современных научных и технических устройствах часто используются линейные датчики индукции магнитного поля, работа которых основана на эффекте Холла. Этот эффект состоит в возникновении поперечной разности потенциалов в проводнике или полупроводнике с электрическим током, находящемся в магнитном поле, перпендикулярном току. Пусть вдоль однородного длинного образца полупроводника прямоугольной формы с поперечным сечением размерами $b = 0,3$ мм и $d = 8$ мм и концентрацией носителей заряда e положительного знака («дырок»), равной $n = 5 \cdot 10^{18}$ см⁻³, течет постоянный ток $I = 200$ мА, а сам образец находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1,5$ Тл, направленной перпендикулярно плоскости образца, вдоль его ребра b (см. рис.). Чему равна при этом холловская разность потенциалов U_x между гранями образца, параллельными вектору магнитной индукции и току?



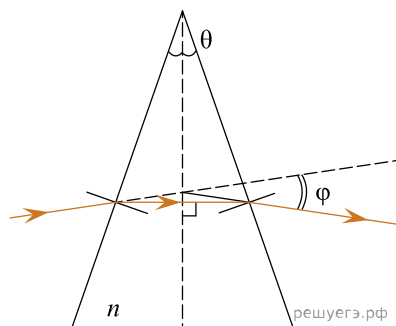
36. В цепи, схема которой изображена на рисунке, ЭДС первого источника $\mathcal{E}_1 = 3$ В, его внутреннее сопротивление $r_1 = 2$ Ом, ЭДС второго источника $\mathcal{E}_2 = 7$ В, его внутреннее сопротивление $r_2 = 1$ Ом, сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 5$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 7$ Ом, емкость конденсатора $C = 100$ мкФ. Найдите энергию этого конденсатора, если до включения в данную цепь он был не заряжен.



37. На рисунке изображена интерференционная схема Юнга, в которой источник S монохроматического света с длиной волны $\lambda = 600$ нм помещен перед ширмой с двумя узкими щелями, находящимися на расстоянии $d = 1,5$ мм друг от друга. Из-за дифракции на этих щелях свет после ширмы расходится во все стороны, как от двух когерентных источников, и на экране, на расстоянии $L = 3$ м от ширмы со щелями, наблюдается интерференционная картина. Найдите период Δx этой картины, то есть расстояние между интерференционными полосами на экране. Экран расположен параллельно ширме.



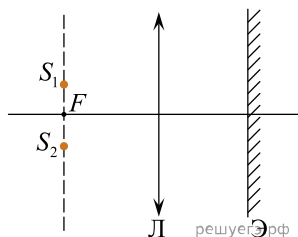
38. Луч от лазерной указки проходит через стеклянную призму с показателем преломления $n = 1,5$ и преломляющим углом $\theta = 30^\circ$ так, что внутри призмы он идет перпендикулярно биссектрисе ее преломляющего угла (см. рис.). На какой угол ϕ луч отклоняется призмой от своего первоначального направления?



39. Цилиндрическая катушка из проволоки сопротивлением $R = 5$ Ом, состоящая из $N = 500$ витков с площадью сечения каждого витка $S = 1$ см², замкнута накоротко, и ее вращают вокруг вертикальной оси, перпендикулярной оси катушки, с угловой скоростью $\omega = 314$ рад/с в однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией $B = 0,2$ Тл. Какую среднюю мощность необходимо развивать для поддержания такого вращения? Индуктивностью катушки и всеми потерями на трение можно пренебречь.

40. Идеальным (с практически бесконечным внутренним сопротивлением) вольтметром является электростатический вольтметр, или «абсолютный электрометр», измеряющий силу притяжения заряженных обкладок конденсатора, на которые подано измеряемое напряжение. Верхняя из круглых обкладок конденсатора площадью S подвешена к одной чаше коромысла точных аналитических равноплечих весов на известном расстоянии d от нижней обкладки несколько большего радиуса. После подачи напряжения на конденсатор для компенсации электростатической силы притяжения пластин на другую чашу помещают перегрузки известной массы до восстановления равновесия весов. Таким образом, электрические измерения заменяются механическими. Перегрузки какой суммарной массы понадобятся для уравнивания весов при измерении напряжения $U = 500$ В, если $S = 50$ см², $d = 5$ мм? Поле внутри конденсатора можно считать однородным.

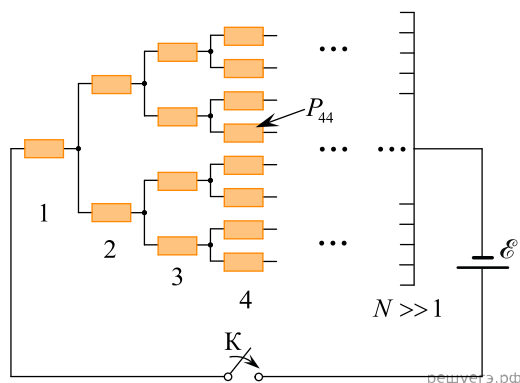
41. В фокальной плоскости тонкой линзы с фокусным расстоянием $F = 1$ м симметрично относительно ее главной оптической оси находятся два когерентных точечных источника света S_1 и S_2 с длиной волны $\lambda = 546$ нм. Расстояние между источниками $d = 2$ мм. За линзой на некотором расстоянии от нее расположен экран, на котором наблюдаются интерференционные полосы (см. рис.). Экран параллелен линзе. Найдите период интерференционной картины на экране вблизи точки, где разность хода лучей от этих источников равна нулю.



42. Электролитическая ванна имеет вид прямоугольного параллелепипеда. Ее дно представляет собой квадрат со стороной $L = 10$ см, а две противоположные вертикальные стенки сделаны из проводящего материала с очень малым электрическим сопротивлением. В ванну до высоты L налили электролит плотностью 1200 кг/м³. Его удельное сопротивление равно $0,3$ Ом \cdot м, а удельная теплоемкость 4200 Дж/(кг \cdot °С). Между проводящими стенками приложили постоянное напряжение 10 В. Через какое время после подключения напряжения температура электролита увеличится на 10 °С? Считайте, что все выделяющееся в электролите количество теплоты идет на его нагревание. *Ответ дайте в минутах.*

43. Параллельный пучок света с длиной волны $\lambda = 440$ нм падает на дифракционную решетку, содержащую $n = 100$ штрихов на мм, под углом $\theta = 30^\circ$ между нормалью к плоскости решетки и пучком, а затем попадает на тонкую линзу, главная оптическая ось которой направлена вдоль пучка. В фокальной плоскости этой линзы с фокусным расстоянием $F = 25$ см расположен экран, на котором наблюдаются дифракционные максимумы. Найдите расстояние на экране между максимумами ± 1 порядка.

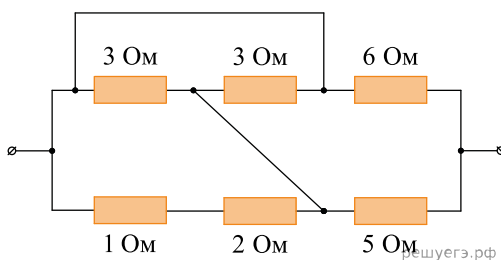
44. Школьник собрал электрическую цепь из очень большого числа одинаковых резисторов сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$ каждый (см. схему цепи на рис.).



Левый вывод цепи он присоединил к «минусу» идеальной батареи с ЭДС $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$. В этой цепи на каждом следующем «шаге» (номер 1, 2, 3, 4, ..., $N \gg 1$) к правому концу каждого резистора присоединяются параллельно еще два резистора, а в конце цепи все правые выводы резисторов присоединяются к «плюсу» батареи. Какая мощность P_{44} будет выделяться в четвертом сверху резисторе из 4-го «шага» цепи после замыкания ключа K ? (Этот резистор показан на схеме стрелкой.)

45. При наведении фотокамеры «на резкость» плоскость изображения совмещается с плоскостью пленки или оптической матрицы. При этом каждой точке в плоскости предмета соответствует точка изображения. Однако, если снимаемый объект имеет «глубину» в направлении оптической оси объектива, то предметы, расположенные ближе или дальше, получаются «нерезкими», так как изображения их точек лежат дальше или ближе пленки. «Глубиной резкости» называется продольный размер «области предметов», в пределах которого они еще видны «четко», то есть размытие точек изображения не превышает определенной величины. Глубину резкости можно увеличить, если уменьшить диаметр отверстия (диафрагмы), пропускающего свет через объектив внутрь камеры. Рассмотрите случай, когда предмет (точка) находится на расстоянии $d = 10 \text{ м}$ на оптической оси объектива (тонкой линзы) с фокусным расстоянием $F = 48 \text{ мм}$ и диаметром диафрагмы $D = 30 \text{ мм}$. Оцените, на каком расстоянии Δd ближе к объективу может располагаться другая точка, чтобы ее изображение оставалось четким, то есть радиус размытой точки на пленке не превышал $0,01 \text{ мм}$? Решение поясните чертежом, изобразив на нем ход лучей в оптической системе.

46. Найдите сопротивление участка электрической цепи, схема которого показана на рисунке. Все соединительные проводники являются идеальными.

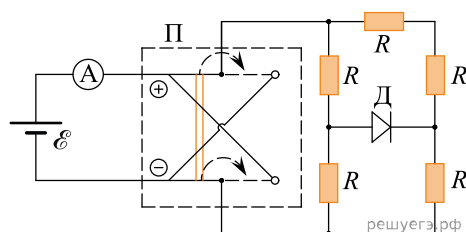


47. Заряженный железный шарик радиусом r опущен в сосуд с маслом плотностью $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$. В масле создали однородное вертикальное электрическое поле напряженностью $E_1 = 30 \text{ кВ/см}$, в результате чего шарик оказался в равновесии, будучи взвешенным в масле. Поле какой напряженностью E_2 надо создать в масле в данном сосуде, чтобы шарик того же размера и с таким же зарядом, но изготовленный из алюминия, тоже оказался в равновесии?

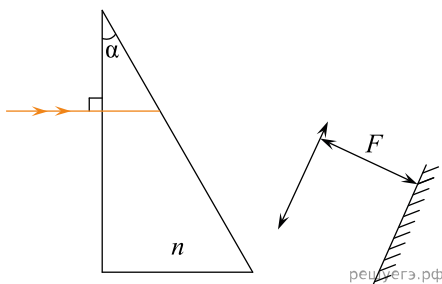
48. Мыльная пленка с показателем преломления $n = 1,33$ натянута на проволочный каркас, расположенный в вертикальной плоскости, и освещается нормально падающим на нее пучком монохроматического света с длиной волны $\lambda = 546,1$ нм. За счет стекания жидкости пленка образует клин, на котором в отраженном свете наблюдаются горизонтальные интерференционные полосы с периодом $d = 4$ мм. Чему равен угол α клина? Ответ выразите в угловых секундах (1 угловая секунда = $1/3600$ градуса).

49. Цилиндрическая индукционная катушка площадью $S = 40$ см², состоящая из $N = 2000$ витков, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B_0 = 0,5$ Тл, направленной параллельно оси катушки. Выводы катушки соединены через резистор с сопротивлением $R = 2$ кОм. В некоторый момент времени $t = 0$ индукция магнитного поля начинает изменяться, причем проекция вектора \vec{B} на направление оси катушки уменьшается от начального значения B_0 по закону $B(t) = B_0 - \frac{2B_0 t}{\tau}$, где $\tau = 30$ с. Какое количество теплоты Q выделится в резисторе R спустя время τ ? Сопротивлением катушки можно пренебречь.

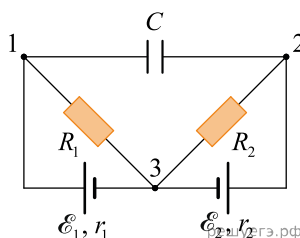
50. На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из нескольких резисторов с одинаковыми сопротивлениями R , идеального диода D , источника питания с постоянной ЭДС \mathcal{E} и малым внутренним сопротивлением, идеального амперметра A и переключателя Π полярности источника питания. Во сколько раз изменится сила тока I через амперметр после перевода переключателя в другое положение?



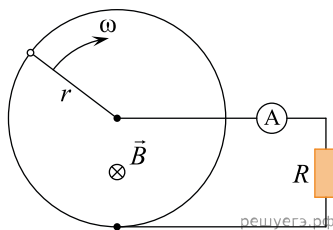
51. На стеклянную призму с преломляющим углом $\alpha = 30^\circ$ нормально к ее передней грани падает параллельный пучок монохроматического зеленого света, для которого показатель преломления $n = 1,65$ (стекло — тяжелый флинт). После преломления в призме пучок идет вдоль главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием $F = 30$ см и после нее собирается в точку на экране, параллельном плоскости линзы. Затем при том же расположении элементов оптической системы по тому же направлению на призму пускают параллельный пучок монохроматического голубого света, для которого показатель преломления стекла из-за явления дисперсии света больше на $\Delta n = 0,01$. На какое расстояние Δl при этом сдвинется точка, в которой собираются лучи на экране?



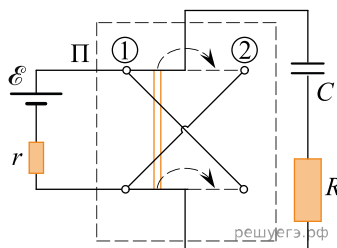
52. Параметры элементов электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, равны: $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 9$ В, $r_1 = r_2 = 1$ Ом, $R_1 = 8$ Ом, $R_2 = 11$ Ом, $C = 0,1$ мкФ. Чему будет равен заряд левой обкладки конденсатора после завершения всех переходных процессов, начавшихся после сборки этой цепи? Ответ дайте с учетом знака.



53. Хорошо проводящее металлическое кольцо радиусом $r = 10$ см закреплено в однородном магнитном поле с индукцией B , линии которой перпендикулярны плоскости кольца (см. рисунок). Вокруг шарнира, расположенного в центре кольца, вращается с угловой скоростью $\omega = 628 \text{ с}^{-1}$ проводящая перемычка, другой конец которой скользит по кольцу. Между центральным шарниром и кольцом подключены проводниками амперметр A , причем полное сопротивление всей замкнутой цепи равно $R = 2$ Ом. Чему равна индукция B магнитного поля, если амперметр показывает ток силой $I = 0,5$ А?



54. На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из батареи с ЭДС $\mathcal{E} = 9$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ кОм, конденсатора емкостью $C = 4$ мкФ, резистора с сопротивлением $R = 4$ кОм и переключателя Π полярности источника питания. Вначале переключатель был в положении 1, а конденсатор был полностью заряжен от батареи, и ток в цепи отсутствовал.



Какое количество теплоты Q , выделится в резисторе R за большое время после перевода переключателя в положение 2?

55. Воздушная призма с преломляющим углом $\alpha = 0,1^\circ$, ограниченная двумя тонкими стеклянными пластинками, лежит на горизонтальной зачерненной плоскости. Сверху, из воздуха, на ее переднюю наклонную грань падает вертикальный параллельный пучок монохроматического света ртутной лампы с длиной волны $\lambda_1 = 546$ нм (зеленая линия ртути). После отражения света от призмы на ее верхней поверхности наблюдается система светлых и темных полос, параллельных ребру призмы. На сколько изменится расстояние между соседними светлыми полосами, если для их наблюдения начать использовать свет с длиной волны $\lambda_2 = 589$ нм (желтая линия натрия)?

56. В центре металлической сферической оболочки толщиной 0,5 см поместили точечный заряд $q = 2$ мкКл, а на ее внешнюю поверхность радиусом $R = 10$ см — заряд $Q = -1$ мкКл. Найдите для равновесного состояния модуль напряженности E электрического поля на расстоянии $r = 1$ м от центра оболочки и укажите, куда направлен вектор \vec{E} — к центру оболочки или от нее.

57. Иногда для измерения индукции магнитного поля используют следующий способ: маленькую плоскую круглую катушку с большим числом витков быстро вводят в область измеряемого поля так, что ее плоскость перпендикулярна линиям индукции. Катушка присоединена к входным клеммам баллистического гальванометра, который может измерять электрический заряд Δq , протекший по образовавшейся замкнутой цепи за время ввода измерительной катушки в исследуемое магнитное поле. Этот заряд связан с изменением магнитного потока Φ через катушку, поэтому данный гальванометр часто используют в качестве «флюксметра». Зная поток магнитной индукции и параметры катушки, можно найти величину B проекции индукции на ось катушки. Пусть измеренное таким способом значение $B = 0,5$ Тл входное сопротивление гальванометра $r_{\Phi} = 0,1$ кОм, сопротивление измерительной катушки $r_k = 900$ Ом, диаметр ее витков $d = 1$ см. Определите число N витков в катушке, если протекший через цепь суммарный заряд $q_{\Sigma} = 15$ мкКл.

58. Вдоль оптической оси тонкой выпуклой собирающей линзы распространяется в воздухе параллельный притоковой пучок света, собирающийся в точку справа от нее на расстоянии F_1 . Линза изготовлена из стекла с показателем преломления $n_1 = 1,4$ и ограничена справа и слева сферическими поверхностями радиусами $R_1 = 15$ см. На какое расстояние и в какую сторону сместится точка схождения лучей этого пучка, если заменить линзу на другую, с показателем преломления стекла $n_2 = 1,6$ и радиусами поверхностей $R_2 = 24$ см? Положения обеих линз относительно пучка света одинаковые. Все углы падения и преломления можно считать малыми и использовать для них приближенную формулу $\sin \alpha \approx \alpha$.

59. На поверхность стекла с показателем преломления 1,7 нанесена пленка толщиной 250 нм с показателем преломления 1,25. Для какой длины волны видимого света коэффициент отражения будет максимальным?

60. Школьник наблюдает, как его отец занимается подводной охотой в спокойной прозрачной речке. Сверху видно, что на расстоянии $L = 5$ м от маски, надетой на голову отца, на той же глубине под водой находится щука, которую отец собрался подстрелить из подводного ружья. На каком расстоянии l от себя отец видит эту щуку через плоскопараллельное тонкое стекло своей маски, заполненной внутри воздухом? Показатель преломления воды $n = 1,33$, щука расположена на прямо перед охотником, его глаза находятся вблизи стекла маски.

61. Один конец лёгкого жёсткого диэлектрического стержня прикреплен к горизонтальной оси O , а ко второму концу этого стержня прикреплена маленькая бусинка массой $m = 1$ г, несущая положительный заряд $+q = 0,1$ мКл. Эта система тел находится в однородном поле тяжести и в однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл и вращается вокруг оси O в вертикальной плоскости, совпадающей с плоскостью рисунка. Стержень в процессе движения делает полный оборот вокруг данной оси. Модули сил натяжения стержня в моменты прохождения бусинкой самого нижнего и самого верхнего положения отличаются на величину $\Delta T = 61$ мН. На сколько отличаются модули скоростей бусинки в этих положениях, если потери механической энергии пренебрежимо малы?

